

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-204590

(43) 公開日 平成10年(1998)8月4日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C22C 38/00	302	C22C 38/00	302	1
38/50		38/50		
38/54		38/54		
F01N 7/16		F01N 7/16		

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全14頁)

(21) 出願番号 特願平9-11316

(22) 出願日 平成9年(1997)1月24日

(71) 出願人 000001258
川崎製鉄株式会社
兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番2
8号
(72) 発明者 宮崎 淳
千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製
鉄株式会社技術研究所内
(72) 発明者 石井 和秀
千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製
鉄株式会社技術研究所内
(72) 発明者 佐藤 進
千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製
鉄株式会社技術研究所内
(74) 代理人 弁理士 杉村 晓秀 (外3名)

(54) 【発明の名称】耐熱性、加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼

(57) 【要約】

【課題】 安価で、耐熱性、加工性および溶接部のマフ
ラー耐食性に優れるエンジン排気系の高温側ならびに低
温側部材に適用可能なフェライト系ステンレス鋼を得
る。

【解決手段】 C: 0.02%未満、Si: 0.4 ~ 1.0%未
満、Mn: 0.20%未満、Cr: 10 ~ 15%未満、Ni: 0.05 ~ 1.
0%未満、Ti: 0.05 ~ 0.30%未満、Nb: 0.10 ~ 0.30%未
満、P: 0.06%未満、S: 0.01%未満およびN: 0.020
%未満を含有し、残部は実質的にFeの成分組成になり、
全温度域でフェライト単相組織であるフェライト系ステ
ンレス鋼。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 C : 0.02mass%未満、
 Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、
 Mn : 0.20mass%未満、
 Cr : 10mass%以上、15mass%未満、
 Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、
 Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、
 Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、
 P : 0.06mass%未満、
 S : 0.01mass%未満および
 N : 0.020 mass%未満

を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼。

【請求項 2】 C : 0.02mass%未満、
 Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、
 Mn : 0.20mass%未満、
 Cr : 10mass%以上、15mass%未満、
 Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、
 Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、
 Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、
 P : 0.06mass%未満、
 S : 0.01mass%未満および
 N : 0.020 mass%未満

を含み、さらに

V : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、
 Cu : 0.02mass%以上、1.0 mass%未満、
 Zr : 0.05mass%以上、0.5 mass%未満および
 Al : 0.01mass%以上、0.5 mass%未満

のうちから選んだ1種または2種以上を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼。

【請求項 3】 C : 0.02mass%未満、
 Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、
 Mn : 0.20mass%未満、
 Cr : 10mass%以上、15mass%未満、
 Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、
 Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、
 Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、
 P : 0.06mass%未満、
 S : 0.01mass%未満および
 N : 0.020 mass%未満

を含み、さらに

Mo : 0.01mass%以上、0.8 mass%未満
 を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用

フェライト系ステンレス鋼。

【請求項 4】 C : 0.02mass%未満、
 Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、
 Mn : 0.20mass%未満、
 Cr : 10mass%以上、15mass%未満、
 Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、
 Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、
 Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、
 P : 0.06mass%未満、

10 S : 0.01mass%未満および

N : 0.020 mass%未満

を含み、さらに

V : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、
 Cu : 0.02mass%以上、1.0 mass%未満、
 Zr : 0.05mass%以上、0.5 mass%未満および

Al : 0.01mass%以上、0.5 mass%未満
 のうちから選んだ1種または2種以上と
 Mo : 0.01mass%以上、0.8 mass%未満
 とを含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成

20 になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼。

【請求項 5】 C : 0.02mass%未満、

Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、
 Mn : 0.20mass%未満、
 Cr : 10mass%以上、15mass%未満、
 Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、
 Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、
 Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、

30 P : 0.06mass%未満、

S : 0.01mass%未満および

N : 0.020 mass%未満

を含み、さらに

B : 0.0002mass%以上、0.005 mass%未満および
 Ca : 0.001 mass%以上、0.03mass%未満

を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼。

40 【請求項 6】 C : 0.02mass%未満、

Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、
 Mn : 0.20mass%未満、
 Cr : 10mass%以上、15mass%未満、
 Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、
 Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、
 Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、
 P : 0.06mass%未満、

S : 0.01mass%未満および

N : 0.020 mass%未満

50 を含み、さらに

V : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、
Cu : 0.02mass%以上、1.0 mass%未満、
Zr : 0.05mass%以上、0.5 mass%未満および
Al : 0.01mass%以上、0.5 mass%未満
のうちから選んだ1種または2種以上と
B : 0.0002mass%以上、0.005 mass%未満および
Ca : 0.001 mass%以上、0.03mass%未満
とを含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成
になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、
加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材
用フェライト系ステンレス鋼。
【請求項7】 C : 0.02mass%未満、
Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、
Mn : 0.20mass%未満、
Cr : 10mass%以上、15mass%未満、
Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、
Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、
Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、
P : 0.06mass%未満、
S : 0.01mass%未満および
N : 0.020 mass%未満
を含み、さらに、
Mo : 0.01mass%以上、0.8 mass%未満
と
B : 0.0002mass%以上、0.005 mass%未満および
Ca : 0.001 mass%以上、0.03mass%未満
とを含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成
になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、
加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材
用フェライト系ステンレス鋼。
【請求項8】 C : 0.02mass%未満、
Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、
Mn : 0.20mass%未満、
Cr : 10mass%以上、15mass%未満、
Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、
Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、
Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、
P : 0.06mass%未満、
S : 0.01mass%未満および
N : 0.020 mass%未満
を含み、さらに
V : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、
Cu : 0.02mass%以上、1.0 mass%未満、
Zr : 0.05mass%以上、0.5 mass%未満および
Al : 0.01mass%以上、0.5 mass%未満
のうちから選んだ1種または2種以上を含有し、かつ
Mo : 0.01mass%以上、0.8 mass%未満
と
B : 0.0002mass%以上、0.005 mass%未満および
Ca : 0.001 mass%以上、0.03mass%未満

とを含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成
になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、
加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材
用フェライト系ステンレス鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、自動車の排気部材の用途に適したフェライト系ステンレス鋼に関するもので、とくに、高耐熱性が要求されるエンジンに近い部位からマフラーのような耐食性が要求される部位までに適用することを想定した耐熱性、加工性および溶接部のマフラー耐食性に優れ、かつ経済性にも優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼を提案するものである。

【0002】

【従来の技術】フェライト系ステンレス鋼は、オーステナイト系ステンレス鋼に比し安価であることから、自動車の排気系部材に多用されている。

【0003】自動車の排気系環境のうち、排気マニホールドのよう

20 るように温度が900°Cを超える程度にまで上昇する部位では、優れた耐熱性が必要であり、このためSUS 430J1L(19Cr-0.4Si-0.4Nb-0.5Cu)がおもに使用されてきた。一方、マフラーに代表されるように、排気温度が比較的低い部位では、排ガスの凝縮液がたまりやすく、この凝縮液によるマフラー腐食が問題になっており、18Cr材(18Cr-0.1Si-0.2Ti)が主として使用されはじめている。

【0004】このように、自動車の排気系に使用される材料は、高温側と低温側において、全く異なる特性が

30 要求され、材料を区別して使用しなければならないという問題とともに、高温側では高Cr鋼に0.4mass%（以下単に%であらわす）ものNbが含有されており、低温側では高Cr鋼のため、ともにコスト高になるという問題があった。そこで、安価で、かつ高温部から低温部まで適用可能な統一材料の開発が強く望まれていた。

【0005】また、材料供給側にとっても、材料統一は管理および生産効率の点で大きなメリットであり、材料の供給者、使用者いずれにも統一材料の開発の必要性があつたにもかかわらず、現状では、そのような材料は存

40 在していなかった。なお、排気部材は鋼板から成形加工して製作されることから、より優れる加工性を有することも要求特性の一つである。

【0006】つぎに、従来技術のうち、高温側部材を想定した開示例について以下に述べる。たとえば、特開平8-60306号公報（自動車排気系部材用フェライト系ステンレス鋼）には、排気系部材を一つの鋼種に一体化することを目的としたフェライト系ステンレス鋼が開示されている。

【0007】しかしながら、その記載内容（第3頁〔00

50 17〕）によれば、排気マニホールド、フロントパイプお

よりセンターバイプに兼用可能であることが明記されていて、これは排気系高温部位の材料統一を想定しているものであって、低温部位のマフラーまでを想定したものでないことは明らかである。

【0008】したがって、この開示例は、Si: 0.6 ~ 1.5 %, Cr: 16 ~ 22 % のように比較的高い Si および Cr レベルであっても、マフラー材のような腐食環境には耐え得ないことを示唆していると考えられるものであり、実際に発明者らの実験によても、高 Cr 化した場合ではマフラー材への適用は不適であることが確かめられている。

【0009】特開平6-248394号公報（耐高温塩害腐食性に優れた自動車排気系機器用フェライト系ステンレス鋼）には、フロントバイプおよびセンターバイプでの使用を考慮した耐高温塩害腐食特性に優れたフェライト系ステンレス鋼が開示されている。

【0010】しかし、その記載内容（第3頁【0020】）によれば、溶接部の耐食性向上のため Ti, Nb を添加するとしており、それらの効果はそれぞれ等価なものとの認識であり、溶接部のマフラー耐食性に大きく影響する Ti と Nb との複合添加の効果が認識されていない。そのため、実施例における発明鋼、比較鋼のいずれも Nb 単独添加の例があるだけである。加えて、溶接部のマフラー耐食性に及ぼす Mn の影響も認識されていないため、実施例における発明鋼、比較鋼のいずれも 0.28 % 以上の高い Mn レベルである。したがって、Nb の単独添加でかつこのような高い Mn レベルでは十分な溶接部のマフラー耐食性を得ることは困難であり、低温側部材用には適さない。

【0011】なお、発明者らの実験によれば、Si 量が比較的低レベル（0.4 % 以下）の場合、Mn 量が比較的高レベルの場合（0.20 % 以上）、Ti または Nb の単独添加の場合等では十分な溶接部のマフラー耐食性を得ることは難しいとの知見を得ている。

【0012】米国特許第4417921号明細書（Welded ferritic stainless steel article）には Cb (Nb) と Ti との効果を等価とする溶接フェライト系ステンレス鋼材が開示されているが、その実施例および比較例の鋼の成分組成を見ると、Si 量の記載がなく、Ti の単独添加であり、さらに Mn 量は 0.29 % 以上の高いレベルにあることから、このような成分組成のフェライト系ステンレス鋼では、十分な溶接部のマフラー耐食性を得ることができなく、低温側部材用としては不適である。

【0013】さらに、特開平7-368554号公報（成形加工性および耐熱性の優れた自動車排気系用フェライト系ステンレス鋼板）には、自動車排気系の高温側部材への適用を想定したフェライト系ステンレス鋼板が開示されている。しかし、この技術もマフラー腐食についての考慮がはらわれていなく、溶接部のマフラー耐食性に影響する Si, Mn などの効果が認識されていないので、溶接部のマフラー耐食性を著しく向上させる技術ではなく、低温側部材用には向かない。

【0014】一方、低温側部材を想定した技術として、Mo を 1 % 以上含有させた特開平5-112848号公報（耐全面腐食性と耐局部腐食性の優れた自動車排気系ステンレス鋼）が提案開示されている。これは、特にマフラー腐食を念頭におき、母材部の耐食性を向上させるものである。

【0015】ここで、マフラー腐食で問題となる部位はその成形加工上必然的に生じる溶接部である。すなわち、この溶接部での著しい腐食を起点とし外部応力によって亀裂が伝播し、溶接部が破断に至ることが最大の問題点であり、母材の腐食レベルは溶接部に比し軽微であるため、母材の耐食性はマフラーの寿命に大きく影響しない。

【0016】このように、溶接部が最も腐食が激しいため、マフラーの耐食性を向上させるためには、この溶接部での腐食ピットの発生を低減し破断の起点の発生を防止すればよいことになる。

【0017】しかしながら、特開平5-112848号公報では、Mo の添加で母材の耐食性は向上するものの溶接部の耐食性にはほとんど効果がなく、同時に 1 % 以上の Mo の添加はコスト面でも不利になる。

【0018】また、溶接部の耐食性を向上させるのに、Ti や Nb 等の安定化成分を添加することは公知であり、上記の特開平5-112848号公報においても Ti, Nb の添加理由が溶接部の耐粒界腐食性の向上の点から記述されている。しかしながら、近年になっても依然として発生するマフラー腐食の問題は、溶接部の著しい腐食を起点とする接合部の破断であることが明らかとなっており、単に Mo, Ti および Nb の添加のみでは、溶接部のマフラー耐食性が十分でないことも判明している。

【0019】この理由は、特開平5-112848号公報にも記載されているように、排ガス凝縮液は pH がおよそ 9 から 1 度程まで極端に変化するため、このような環境下では単に Mo, Ti および Nb を添加するのみでは、溶接部のマフラー耐食性に対して十分でなかったものと考えられる。

【0020】また、排ガス凝縮液には亜硝酸、蟻酸が含有されており、このようなイオンに対して考慮した材料開発がなされていなかったため、現時点でも溶接部のマフラー耐食性に優れた安価な材料がなかったのである。

【0021】なお、このような腐食環境下では、高 Cr 化、Ti または Nb の単独添加は驚くことにその効果は小さいのである。

【0022】このように、これまで溶接部のマフラー耐食性を考慮した材料開発がなされていなかったため、現時点でもマフラー耐食性に優れた安価な材料の出現がないことから、溶接部のマフラー耐食性の向上と省 Cr 化等によるコスト低減が強く求められているのである。

【0023】ついで、特開平4-228547号公報（耐粒界腐食性、造管性および高温強度に優れたフェライト系ステンレス鋼）には、Nb や Ti を添加して C, N を固定することによる耐粒界腐食性の向上と高温強度等の向上などを

目的としたフェライト系ステンレス鋼が提案開示されている。

【0023】これは耐粒界腐食性の向上をはかっているものの、その耐粒界腐食性は単にシュトラウス試験で評価しているだけであり、この試験法では、従来の知見と同様にTiやNbのようなC、Nを固定する成分を添加すれば耐粒界腐食性が向上するとの評価ができるだけであり、このような試験法ではマフラー耐食性を評価することは困難である。

【0024】なぜならば、マフラー腐食は、上記したように、排ガス凝縮液のpHが9から1まで極端に変化し、加えてその凝縮液には亜硝酸や蟻酸が含まれるなど特有の腐食環境にあり、シュトラウス試験はマフラー耐食性をシミュレートしていないためである。したがって、特開平4-228547号公報では、低SiのTi、Nb複合添加材がシュトラウス試験で優れた特性を示しているが、このような低Siで実際のマフラー耐食性の向上をはかることは困難である。

【0025】以上、耐熱性および加工性に優れ、かつ溶接部のマフラー耐食性にも優れる安価な材料について、強い開発要請があったにもかかわらず、これまでその要請に適応できる材料は出現していなかったのである。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、前記した問題点を有利に解決しようとするものであり、これまで高温側部材に使用されていたSUS 430 J1L (Nb:0.42%) なみの優れた高温強度を0.3%未満の少ないNb量で達成させ、かつ、従来低温側部材（マフラー）に使用されていた18Cr-0.2Tiのフェライト系ステンレス鋼よりも優れた溶接部のマフラー耐食性、すなわちマフラー耐久性を有し、加工性にも優れる低Cr-低Nb鋼をベースとする安価なエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼を提案することを目的とする。

【0027】さらに、このような高耐熱性と高耐食性とをかねる安価な材料で、エンジン排気系の高温側部材用および低温側部材用の材料統一をはかることも目的の一つとするものである。

【0028】

【課題を解決するための手段】発明者らは、Nbが高価な成分であることから0.3%未満に抑えた上で、低Cr化、高Si化および低Mn化とTi-Nbの複合添加が、溶接部のマフラー耐食性に極めて有効であることを知見し、この発明を達成したものである。すなわち、この発明の要旨とするところは以下の通りである。

【0029】① C : 0.02mass%未満、
Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、
Mn : 0.20mass%未満、
Cr : 10mass%以上、15mass%未満、
Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、

Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、
Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、
P : 0.06mass%未満、
S : 0.01mass%未満および
N : 0.020 mass%未満

を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第1発明）。

10 【0030】② C : 0.02mass%未満、
Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、
Mn : 0.20mass%未満、
Cr : 10mass%以上、15mass%未満、
Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、
Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、
Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、
P : 0.06mass%未満、
S : 0.01mass%未満および
N : 0.020 mass%未満

20 を含み、さらに
V : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、
Cu : 0.02mass%以上、1.0 mass%未満、
Zr : 0.05mass%以上、0.5 mass%未満および
Al : 0.01mass%以上、0.5 mass%未満

のうちから選んだ1種または2種以上を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第2発明）。

30 【0031】③ C : 0.02mass%未満、
Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、
Mn : 0.20mass%未満、
Cr : 10mass%以上、15mass%未満、
Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、
Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、
Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、
P : 0.06mass%未満、
S : 0.01mass%未満および
N : 0.020 mass%未満

40 を含み、さらに
Mo : 0.01mass%以上、0.8 mass%未満
を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第3発明）。

【0032】④ C : 0.02mass%未満、
Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、
Mn : 0.20mass%未満、
Cr : 10mass%以上、15mass%未満、
50 Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、

Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、

Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、

P : 0.06mass%未満、

S : 0.01mass%未満および

N : 0.020 mass%未満

を含み、さらに

V : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、

Cu : 0.02mass%以上、1.0 mass%未満、

Zr : 0.05mass%以上、0.5 mass%未満および

Al : 0.01mass%以上、0.5 mass%未満

のうちから選んだ1種または2種以上と

Mo : 0.01mass%以上、0.8 mass%未満

とを含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第4発明）。

【0033】⑤ C : 0.02mass%未満、

Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、

Mn : 0.20mass%未満、

Cr : 10mass%以上、15mass%未満、

Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、

Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、

Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、

P : 0.06mass%未満、

S : 0.01mass%未満および

N : 0.020 mass%未満

を含み、さらに

B : 0.0002mass%以上、0.005 mass%未満および

Ca : 0.001 mass%以上、0.03mass%未満

を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第5発明）。

【0034】⑥ C : 0.02mass%未満、

Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、

Mn : 0.20mass%未満、

Cr : 10mass%以上、15mass%未満、

Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、

Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、

Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、

P : 0.06mass%未満、

S : 0.01mass%未満および

N : 0.020 mass%未満

を含み、さらに

V : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、

Cu : 0.02mass%以上、1.0 mass%未満、

Zr : 0.05mass%以上、0.5 mass%未満および

Al : 0.01mass%以上、0.5 mass%未満

のうちから選んだ1種または2種以上と

B : 0.0002mass%以上、0.005 mass%未満および

Ca : 0.001 mass%以上、0.03mass%未満

とを含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第6発明）。

【0035】⑦ C : 0.02mass%未満、

Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、

Mn : 0.20mass%未満、

Cr : 10mass%以上、15mass%未満、

10 Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、

Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、

Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、

P : 0.06mass%未満、

S : 0.01mass%未満および

N : 0.020 mass%未満

を含み、さらに

Mo : 0.01mass%以上、0.8 mass%未満

と

B : 0.0002mass%以上、0.005 mass%未満および

20 Ca : 0.001 mass%以上、0.03mass%未満

とを含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第7発明）。

【0036】⑧ C : 0.02mass%未満、

Si : 0.4 mass%超え、1.0 mass%未満、

Mn : 0.20mass%未満、

Cr : 10mass%以上、15mass%未満、

Ni : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、

30 Ti : 0.05mass%以上、0.30mass%未満、

Nb : 0.10mass%以上、0.30mass%未満、

P : 0.06mass%未満、

S : 0.01mass%未満および

N : 0.020 mass%未満

を含み、さらに

V : 0.05mass%以上、1.0 mass%未満、

Cu : 0.02mass%以上、1.0 mass%未満、

Zr : 0.05mass%以上、0.5 mass%未満および

Al : 0.01mass%以上、0.5 mass%未満

40 のうちから選んだ1種または2種以上を含有し、かつ

Mo : 0.01mass%以上、0.8 mass%未満

と

B : 0.0002mass%以上、0.005 mass%未満および

Ca : 0.001 mass%以上、0.03mass%未満

とを含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性、加工性およびマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第8発明）。

【0037】

50 【発明の実施の形態】まず、この発明を達成するに至つ

た実験・検討結果を以下に述べる。発明者らはNbが高価な成分であることから、0.3%未満の少量のNb含有鋼をベースにし、高温強度および溶接部のマフラー耐食性の向上について詳細に検討した。

【0038】高温強度の向上に関しては、0.3%未満のNb含有鋼であっても、低Mn化し、さらに高Si化することにより、従来鋼である0.42%Nb含有鋼レベルにまで向上することを新規に知見した。この知見により安価な低Nb鋼でも従来材と同等以上の高温強度を得ることが可能であることが明らかとなった。

【0039】ついで、溶接部のマフラー耐食性に関し、マフラー寿命を支配する因子について実車での調査結果をもとに述べる。マフラーの耐久性で問題となるのは、おもに溶接部の破断である。溶接部が母材部より耐食性が劣るのは公知であり、さらに溶接部に応力が最も集中することも明らかである。したがって、母材のみが優れた耐食性を示しても、最も腐食されやすい部分は溶接部であり、かつ溶接部が最も大きな応力集中を受けるため、腐食ピット部分での大きな応力が破断を誘発する。よって、溶接部の耐食性を向上させることがマフラーの寿命を向上させることになる。

【0040】このような実車での調査結果をもとに、溶接部のマフラー耐食性の向上を詳細に検討した結果、下記する極めて重要な知見を得た。

【0041】(1)母材部は溶接部より耐食性が良好なことは明らかであるが、母材部の耐食性が良い材料は、溶接部との耐食性の差が大きく、溶接部に腐食が集中し、そのため溶接部の耐食性の向上が困難であることがわかった。そして、図1に示すように、比較的に母材の耐食性が劣る低Cr材(10~15%Cr)が溶接部のマフラー耐食性の向上に有利であることが明らかとなった。

【0042】(2)また、溶接部のマフラー耐食性の向上には図2に示すように、低CrのTi-Nbの複合添加鋼においてSi, Mnのバランスが重要であることがわかった。すなわち、Si:0.4%超え、Mn:0.2%未満の成分系で、溶接部のマフラー耐食性の向上が著しく、18Cr-0.2Ti材に比し優れた耐食性が得られた。この理由の詳細は不明であるが、Ti-Nb複合添加鋼にて、低Mn化し、溶接部のスケールが高Si化したSiにより強化された結果、溶接部の耐食性が向上して母材部に近づいたため、腐食が溶接部に集中しなかったためと推定される。

【0043】一方、18Cr-0.2Ti材の場合は、母材部が著しく耐食性に優れているため、腐食が溶接部に集中し、結果として低Cr-高Si材よりも溶接部のマフラー耐食性が劣ったものと考えられる。

【0044】前にも述べたように、マフラー腐食で問題となるのは、母材部の腐食レベルではなく溶接部の腐食レベルである。このように、いたずらに母材部の耐食性の向上を指向しても、溶接部のマフラー耐食性は向上せず、Ti-Nb複合添加鋼にて、低Cr化、高Si化および低Mn

化が、溶接部のマフラー耐食性を向上できるとの知見を得たことがこの発明の最大の特徴とするところである。

【0045】(3)さらに、V, Cu, ZrまたはAlのうちの1種以上を比較的少量含有させることにより、溶接部のマフラー耐食性がより向上することがわかった。

【0046】ここで、図1および図2はTiおよびNbの複合添加を含む種々の成分組成に調整した鋼素材を、それぞれ、熱間圧延-冷間圧延-880℃の温度での仕上げ焼鈍の工程により板厚:2mmの冷延焼鈍板とし、その後、

10 これらの冷延焼鈍板にビードオン方式のTIG溶接を施したのち400℃・5時間加熱したそれぞれのサンプルについて、マフラーの腐食環境をシミュレートして腐食試験を行った溶接部のマフラー耐食性の調査結果をもとにしたものであり、図1はCr含有量と溶接部浸食深さとの関係のグラフ、図2はSi含有量およびMn含有量と溶接部浸食深さとの関係のグラフである。

【0047】以上、この発明は上記新規知見により、優れる耐熱性、加工性および溶接部のマフラー耐食性を有するエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼を開発するに至ったものである。

【0048】つぎに、この発明の成分組成の限定理由について述べる。

C: 0.02%未満

Cは、韌性および加工性を劣化させる成分であり、含有量が0.02%以上になると韌性および加工性の劣化が顕著となるため、その含有量は0.02%未満に限定する。また、韌性および加工性の観点からはその含有量は低ければ低いほどよく、望ましくは0.01%以下がよい。

【0049】Si: 0.4%超え 1.0%未満
30 Siは、この発明にとって重要な成分の一つである。耐熱性の向上に有効なほか、前掲図2に示したように、含有量が0.4%を超えると溶接部のマフラー耐食性は著しく向上し、その耐食性は従来鋼(18Cr-0.2Ti)レベル以上に達する。これは溶接部に生成するスケールが0.4%超えのSiと0.2%未満の低Mn化によって強固なものとなり、良好な溶接部のマフラー耐食性を示すものと考えられる。含有量が0.4%以下のSiレベルでは、Mn含有量を0.2%未満にしてもSiの絶対量が不足し、強固なSi被膜(スケール)が生成しない。一方、1.0%以上含有させても、溶接部のマフラー耐食性の向上効果は飽和し、いたずらに加工性を劣化させるだけである。したがって、その含有量は0.4%超え、1.0%未満とするが、好ましくは0.6%以上、1.0%未満、さらに好ましくは0.8%以上、0.95%以下である。

【0050】Mn: 0.20%未満
Mnは、その含有量がこの発明にとって重要な成分の一つであり、前掲図2に示したように、含有量を0.20%未満にすることによって、溶接部のマフラー耐食性は著しく向上し、その耐食性は従来鋼(18Cr-0.2Ti)以上に達する。これは溶接部に生成するスケールが、0.4%を超える。

るSiと0.20%未満の低Mn化によって強固な物になるためと考えられる。しかし、含有量が0.20%以上では、たとえSiを0.4%を超えて含有させてもMnの絶対量が過剰となり、強固なSi被膜が生成しない。したがって、その含有量は0.20%未満とするが、低い程好ましく、望ましくは0.15%未満がよい。

【0051】Cr: 10~15%未満

Crは、ステンレス鋼の基本特性である耐食性を向上させる成分であるが、前掲図1に示したように、溶接部のマフラー耐食性には多すぎると有害となり、かつコスト高にもなるため、含有量を15%未満に制限する。一方、含有量が10%未満では溶接部のマフラー耐食性が著しく劣化する。したがって、その含有量は10%以上、15%未満とするが、溶接部のマフラー耐食性の観点からは、10%以上、12%以下とすることが好ましい。

【0052】Ni: 0.05~1.0%未満

Niは、溶接部のマフラー耐食性を向上させる効果があり、その効果の発現のためには0.05%以上含有させる。一方、1%以上含有させると、フェライト組織を不安定にし、また耐食性に対する効果も飽和する。したがって、その含有量は0.05%以上、1.0%未満とするが、好ましくは0.1%以上、0.8%以下、より好ましくは0.5%以上、0.8%以下である。

【0053】Ti: 0.05~0.30%未満

Tiは、含有量が0.05%以上を、Nb(0.1~0.3%未満)と複合添加することによって、著しく溶接部のマフラー耐食性を向上させる。この理由は明確ではないが、溶接時に発生するスケールの組成をNbと複合添加したときの微量Tiが変化させているのではないかと考えられる。しかしながら、0.30%以上含有させると溶接部のマフラー耐食性は劣化する。この理由としては、TiはNbやAlなどよりNと結合しやすく、過剰なTiは溶接時に大気からNやさらにはCを吸収し、溶接部のマフラー耐食性を低下させるのではないかと考えられる。したがって、その含有量は0.05%以上、0.30%未満とする。

【0054】Nb: 0.10~0.30%未満

Nbは、上記したようにTiとの複合添加で溶接部の耐食性を向上させるとともに、高温強度を高める効果を有する成分であるが、この発明(高Si-低Mn鋼)では、0.10%以上含有させることでその効果が現れる。しかしながら、0.30%以上含有させることはコスト高となる。したがって、その含有量は0.10%以上、0.30%未満とするが、好ましくは0.20%以上、0.30%未満である。

【0055】P: 0.06%未満

Pは、不可避的不純物として鋼中に含有される成分であり、少なければ少ないと好ましいが、脱りん処理するとその分コスト高となる。このコスト面からは脱りんしない方が有利であるが、この発明の場合含有量が0.06%未満であれば許容できる。したがって、その含有量は0.06%未満とする。

【0056】S: 0.01%未満

Sは、Pと同様に不可避的不純物として鋼中に含有される成分であり、脱硫処理するとその分コスト高となる。このコスト面からは脱硫しない方が有利であるが、この発明の場合含有量が0.01%未満まで許容できる。したがって、その含有量は0.01%未満とする。

【0057】N: 0.020%未満

Nは、鋼の韧性および加工性を劣化させる成分であり、その含有量は少なければ少ないほどよい。この発明では10 Tiを0.1%以上含有させた場合、Nが0.020%以上含有されるとTiNによる表面性状の劣化が顕著になる。したがって、その含有量は0.020%未満とするが、好ましくは0.015%以下が望ましい。

【0058】V: 0.05~1.0%未満

Vは、任意添加成分であり、0.05%以上含有させた場合、溶接部のマフラー耐食性が向上する。しかし1%以上になると、加工性が劣化する。したがって、その含有量は0.05%以上1%未満がよく、好ましくは0.05%以上0.2%未満がよい。

20 【0059】Cu: 0.02~1.0%未満

Cuは、Vと同効の任意添加成分であり、0.02%以上含有させた場合溶接部のマフラー耐食性が向上する。しかし、含有量が1.0%以上になると加工性が劣化する。したがって、その含有量は0.02%以上、1.0%未満がよく、好ましくは0.15%超え、1.0%未満がよい。さらに好ましくは0.3%を超える、1.0%未満がよい。

【0060】Zr: 0.05~0.5%未満

Zrは、V、Cuと同効の任意添加成分であり、0.05%以上含有させると、溶接部のマフラー耐食性が向上するが、含有量が0.5%以上になると加工性が劣化する。したがって、その含有量は0.05%以上、0.5%未満がよい。

【0061】Al: 0.01~0.5%未満

Alは、V、Cu、Zrと同効の任意添加成分であり、0.01%以上含有させた場合、溶接部のマフラー耐食性はさらに向上する。この理由は明確ではないが、Alは酸化されやすい成分であるため、十分にAlを含有させることは、溶接時のアルミナ被膜が大気中からのN、Cの吸収を防止する効果を有するためと考えられる。しかし、0.5%以上含有させると加工性の劣化が著しくなる。したがって、その含有量は0.01%以上、0.5%未満がよく、好ましくは0.05%超え、0.2%未満である。

【0062】なお、Alは、一般に鋼の脱酸剤として用いられ、不可避的に含有されてしまう場合があるが、この場合特に悪影響はなく、上記したように適量含有させることにより溶接部のマフラー耐食性を向上できる。また、この発明では、脱酸剤としてSiを添加しているのでAl脱酸は任意である。

【0063】Mo: 0.01~0.8%未満

Moは、固溶強化成分で、高温強度の向上に有効であり、特に高温強度を高めたい場合に添加するとよい。その効

果は含有量が0.01%以上で発現するが、0.8%以上と過剰に含有させることはMoが高価な成分であるのでコスト高を招く。したがって、その含有量は0.01%以上、0.8%未満がよい。

【 0 0 6 4 】 B : 0.0002~0.005 %未満

Bは、加工性の向上に有効であり、特に高度な加工性が要求される場合添加するとよい。その効果は含有量が0.0002%以上であらわれるが、0.005%以上になると多量のBNの生成により逆に韌性が劣化する。したがって、その含有量は0.0002%以上、0.005%未満がよい。

【 0 0 6 5 】 Ca : 0.001 ~0.03%未満

Caは、スラブ鋳造時において、Ti系介在物によるノズル詰まりを抑制する効果を有する成分で、その効果は含有量として0.001%以上から現れるので0.001%以上含有させることは一向に差支えない。しかしながら、0.03%以上含有させてもその効果が飽和するばかりでなく、Caを含む介在物が孔食の起点となり耐食性を劣化させるので、その含有量の上限は0.03%未満がよい。

【 0 0 6 6 】 さらに、上記の成分組成に調整されたこの発明の対象とする鋼は、全温度域での金属組織がフェラ

イト単相組織であることが肝要である。フェライト系ステンレス鋼において、低Crの成分系では高温域でオーステナイト相が出現する場合がある。このような成分系では溶接熱影響部にマルテンサイト相が生成することがあり、この溶接熱影響部にフェライト・マルテンサイトの2相組織が生じた場合、この2相組織はマフラー腐食されやすいことから、溶接部のマフラー耐食性が劣化することになる。したがって、2相組織の出現による耐食性の劣化を防止するため、全温度域での金属組織をフェラ

イト単相組織とするものである。

【 0 0 6 7 】

【実施例】表1および2に示す種々の成分組成になる鋼を溶製したのちスラブとなし、1250℃の温度に加熱後、熱間圧延によりそれぞれ板厚：5mmの熱延板とした。その後これらの熱延板に酸洗－冷間圧延－880℃の温度での仕上げ焼鈍－酸洗を順次施し、それぞれ板厚：2mmの冷延焼鈍板とした。

【 0 0 6 8 】

【表1】

記号	C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Nb	Al	P	S	N	Cu	Mo	その他	備考
1	0.005	0.53	0.15	11.6	0.52	0.13	0.26	0.08	0.032	0.003	0.008	-	-		
2	0.005	0.63	0.16	11.5	0.56	0.15	0.23	0.04	0.032	0.005	0.007	0.41			"
3	0.005	0.80	0.09	11.3	0.51	0.23	0.24	0.06	0.031	0.004	0.007	-	-		"
4	0.005	0.95	0.12	11.1	0.51	0.13	0.21	0.05	0.031	0.004	0.009	-	-		"
5	0.005	0.95	0.11	11.4	0.65	0.15	0.22	0.058	0.031	0.004	0.009	-	-		"
6	0.005	0.94	0.12	11.4	0.51	0.11	0.19	0.123	0.033	0.004	0.009	-	-		"
7	0.005	0.95	0.09	11.4	0.53	0.13	0.23	0.055	0.03	0.004	0.008	-	0.55		"
8	0.006	0.95	0.09	11.3	0.55	0.17	0.22	0.035	0.034	0.004	0.008	0.26	-		"
9	0.006	0.91	0.08	14.9	0.52	0.16	0.22	0.053	0.041	0.004	0.008	0.19	0.15		"
10	0.006	0.93	0.14	11.4	0.06	0.16	0.24	0.051	0.031	0.004	0.008	0.43	-		"
11	0.008	0.94	0.13	11.2	0.24	0.14	0.23	0.055	0.033	0.004	0.009	-	-		"
12	0.005	0.95	0.08	11.6	0.83	0.15	0.2	0.061	0.034	0.004	0.008	0.49	-	Ca/0.006	"
13	0.006	0.93	0.08	11.5	0.64	0.15	0.23	0.051	0.036	0.003	0.008	-	-		"
14	0.007	0.94	0.04	11.7	0.55	0.13	0.23	0.06	0.021	0.004	0.009	-	-	Zr/0.13	"
15	0.008	0.95	0.09	11.2	0.66	0.18	0.16	0.061	0.033	0.005	0.008	0.43	-	Ca/0.0018	"
16	0.008	0.94	0.08	11.3	0.5	0.13	0.24	0.041	0.029	0.004	0.009	-	-	B/0.0005	"
17	0.008	0.93	0.07	11.5	0.52	0.11	0.26	0.055	0.031	0.004	0.007	0.16	0.15	B/0.0008	"
18	0.008	0.95	0.13	11.8	0.24	0.13	0.26	0.051	0.031	0.004	0.007	0.38	-	V/0.13	"
														Ca/0.004	"

[0069]

【表2】

牌記号	C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Nb	Al	P	S	N	Cu	Mo	偏 考
A	0.006	0.35*	0.08	11.7	0.51	0.012†	0.25	0.038	0.031	0.005	0.008	—	—	比較鋼
B	0.005	1.61*	0.35*	11.8	0.55	0.13	0.13	0.025	0.033	0.004	0.009	—	—	—
C	0.006	0.82	0.12	11.5	0.52	0.18	*	0.003	0.032	0.004	0.006	—	—	—
D	0.005	0.93	0.95*	11.6	0.55	0.16	0.28	0.005	0.033	0.004	0.009	—	—	従来鋼(SUH409L)
E	0.012	0.35*	0.45*	11.5	0.06	0.261	*	0.002	0.026	0.005	0.009	—	—	—
F	0.006	0.13*	0.15	18.3*	0.12	0.231	*	0.001	0.035	0.004	0.008	—	—	*(18Cr-0.2Ti)
G	0.015	0.41*	0.45*	19.2*	0.04*	<0.002†	0.42†	0.002	0.032	0.003	0.012	0.45	—	*(SUS430J1L)

注: *印はこの差明の限定範囲を外れるもの

【0070】かくして得られた各冷延焼鈍板について、

以下に示す方法により高温強度、室温での加工性および溶接部のマフラー耐食性をそれぞれ評価した。

【0071】・高温強度

板状(板厚: 2mm)試験片を用いて、0.3%／分の歪み速度で引張り、900℃の温度での0.2%耐力を測定した。なお、下記する表3には、

12 MPa以上をA

10 MPa以上、12 MPa未満をB

10 MPa未満をC

10として示した。

【0072】・室温での加工性

加工性の指標としてYSを選択し、圧延方向に対して0°, 45°および90°方向のJIS 13号B形状の引張試験片(板厚: 2mm)でそれぞれYS_{0°}, YS_{45°}およびYS_{90°}を測定し

$$YS = (YS_{0°} + 2YS_{45°} + YS_{90°}) / 4$$

の式によりYSを算出した。なお、下記する表3には、

320 MPa以下をA

320 MPa超え、350 MPa以下をB

20 350 MPa超えをC

として示した。

【0073】・溶接部のマフラー耐食性

溶接は、板厚(板厚: 2mm)にビードオン方式で下記条件のTIG溶接を行った。

溶接速度: 600 mm/min

溶接電流: 200 A

雰囲気: 溶接面にArを流量: 15 l/minで吹き付け

この溶接後は、大気中で400℃の温度で5時間加熱した。このようにして得られた50mm×100mmの各溶接サン

30 ブルを図3の腐食試験方法を示す説明図のように、ビード内に吊り下げて腐食溶液に浸漬-蒸発を繰り返す繰り返し蒸発試験を行い、これらの腐食試験片について、それぞれ浸食深さを測定し、浸食深さの深い5点の平均値で耐食性を評価した。

【0074】なお、腐食溶液の液組成は、マフラー腐食環境をシミュレートするため、Cl⁻: 250, NO₃⁻: 100, NO₂⁻: 20, CO₃²⁻: 2000, SO₄²⁻: 1250, SO₃²⁻: 1250, CH₃COO⁻: 400, HCHO: 250 およびHC00⁻: 100(単位はppm)とし、PH: 5.8とした。

40 【0075】かくして得られた評価結果を表3にまとめて示す。

【表3】

鋼記号	高溫強度 (900°C)(#1)	加工性 (#2)	マフラー耐食性 (溶接部)(mm)	備考
1	A	A	0.60	適合例
2	A	A	0.53	"
3	A	A	0.50	"
4	A	A	0.33	"
5	A	A	0.34	"
6	A	A	0.30	"
7	A	A	0.28	"
8	A	A	0.28	"
9	A	A	0.25	"
10	A	A	0.48	"
11	A	A	0.40	"
12	A	A	0.35	"
13	A	A	0.43	"
14	A	A	0.25	"
15	A	A	0.30	"
16	A	A	0.30	"
17	A	A	0.22	"
18	A	A	0.30	"
A	B	A	0.70	比較例
B	B	C	0.54	"
C	C	A	0.54	"
D	B	B	0.65	"
E	C	A	0.68	従来例(SUH409L)
F	C	B	0.63	" (18Cr-0.2Ti)
G	A(12MPa)	B(325MPa)	0.58	" (SUS430J1L)

注: (#1) 12 MPa以上をA、10MPa以上 12MPa未満をB、および
10MPa未満をCとした。

(#2) 320MPa以下をA、320~350MPaをB、および350MPa超え
をCとした。

【0076】表3から明らかなように、比較例の鋼記号Aは、Siが少なすぎて高溫強度が従来例の鋼記号G (SUS430J1L)より劣り、溶接部のマフラー耐食性も従来例の鋼記号E (SUH409L)並に悪く、鋼記号Bは、SiおよびMnが多すぎるとため加工性および溶接部のマフラー耐食性が、鋼記号Cは、Ti単独添加のため高溫強度および溶接部のマフラー耐食性が、鋼記号Dは、Mnが多すぎるとため加工性および溶接部のマフラー耐食性がそれぞれ劣っている。

【0077】また、従来例の鋼記号EのSUH409Lは、

高溫強度および溶接部のマフラー耐食性のいずれもが劣り、鋼記号Fの18Cr-0.2Tiは、高溫強度、加工性および溶接部のマフラー耐食性のいずれもが劣り、鋼記号GのSUS430J1Lは、加工性および溶接部のマフラー耐食性のいずれも劣る評価になっている。

【0078】これらに対し、この発明に適合する鋼記号1~18の各適合例は、いずれも、高溫強度は従来例のSUS430J1L以上の値を示し、かつ溶接部のマフラー耐食性も従来例の18Cr-0.2Ti以上の優れた特性を示し、さらに加工性も従来例以上の特性を示している。

【0079】以上のように、この発明の適合例は、自動車排気系のうちの従来の高温用部材 (SUS 430 J1L) 並以上の耐熱性と、従来の低温用部材 (18Cr-0.2Ti) 以上の溶接部のマフラー耐食性とを有し、さらに上記両者 (従来材) 以上の加工性を兼ね備えており、加えてこれら従来材に比し低Cr化、低Nb化されているので安価であることが明白である。

【0080】

【発明の効果】この発明は、エンジン排気部材用として、高温側にも低温側にも適用できる低Cr化および低Nb化したTi-Nbの複合添加のフェライト系ステンレス鋼であって、この発明によれば、従来材以上の耐熱性、加工性および溶接部のマフラー耐食性に優れる鋼材を安価に提供することが可能となり、特に、高温強度や酸化性、

10

加工性および特殊な腐食環境での耐食性が要求される自動車エンジン排気系のエキゾーストマニホールド、フロントパイプ、コンバーターの外筒、センターパイプおよびマフラー等のいずれの部材にも有利に適用でき、従来材以上の優れる特性を発揮できる。

【0081】また、火力発電システムの排気経路部材も自動車エンジン排気部材と同様な特性が要求されるので、この用途にも極めて有利に適用可能である。

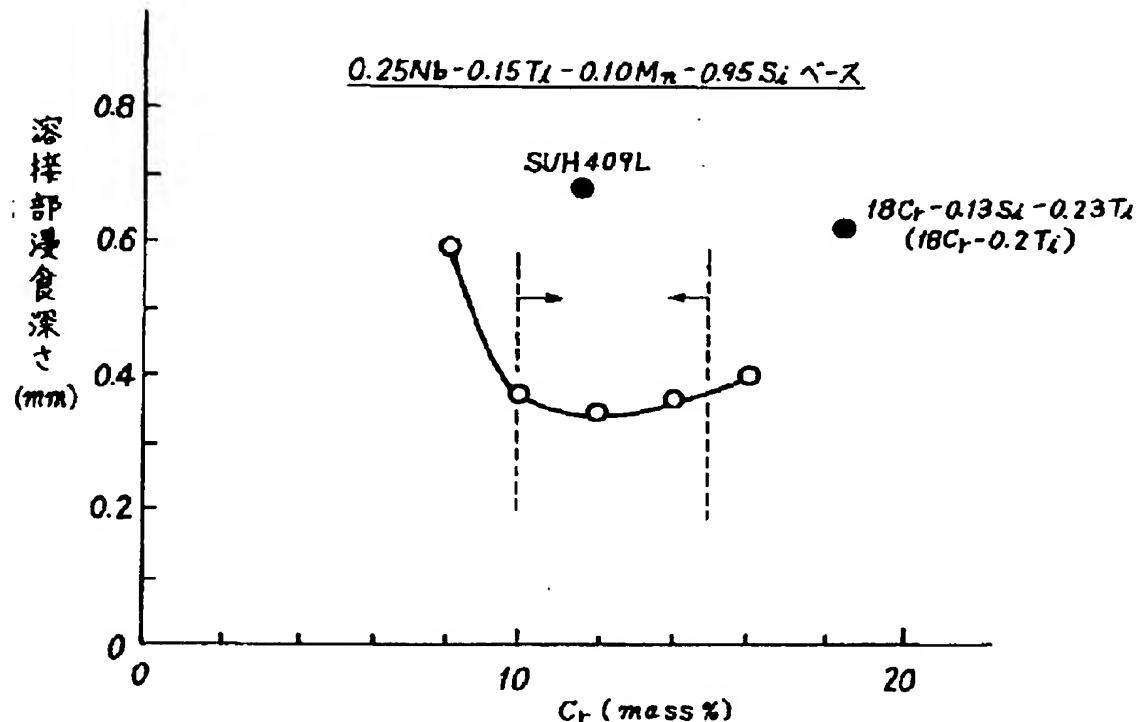
【図面の簡単な説明】

【図1】Cr含有量と溶接部浸食深さとの関係のグラフである。

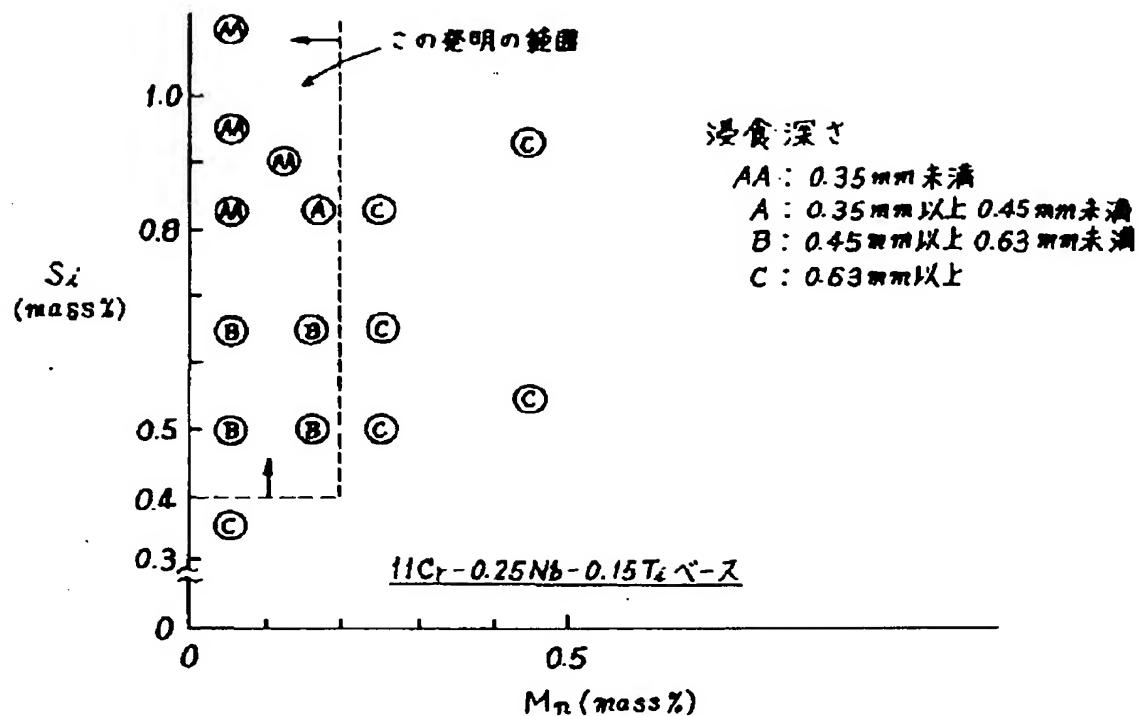
【図2】Si含有量およびMn含有量と溶接部浸食深さとの関係のグラフである。

【図3】腐食試験方法を示す説明図である。

【図1】



【図 2】



【図 3】

